

## **BENTONIT LAHAD DATU, SABAH: MINERALOGI, SIFAT-SIFAT FIZIKO-KIMIA & POTENSINYA SEBAGAI TANAH PELUNTUR**

**Radzuan Junin\* dan Khairuddin Ab. Karim**

**Fakulti Kej. Kimia dan Kej. Sumber Asli,  
Universiti Teknologi Malaysia,  
Jalan Semarak, Kuala Lumpur.**

### **ABSTRAK**

*Dengan bermulanya pengeluaran lempung teraktif oleh industri tempatan maka telah mengujudkan permintaan ke atas lempung bentonit (montmorilonit) yang merupakan bahan mentah asas yang digunakan dalam proses pembuatan lempung teraktif. Usaha meneroka bahan mentah ini melalui program penggerimuan dan pensampelan di lapangan telah dijalankan ke atas formasi geologi terpilah di suatu kawasan yang secara kolektif membentuk Kumpulan Segama yang terdapat di sekitar Lahad Datu, Sabah.*

*Beberapa sampel yang mewakili jumlah variasi daripada endapan lempung bentonit telah dikaji tentang sifat-sifat mineralogi dan fiziko-kimianya. Mineral dominan yang wujud ialah lempung Ca-montmorilonit dan disamping itu terdapat juga kuarza, feldspar dan zeolit sebagai bendasing utama. Kajian awal yang berdasarkan daripada beberapa ujian sifat-sifat kimia dan fizik menunjukkan bahawa bahan ini berkemungkinan boleh digunakan sebagai lempung peluntur (atau sebagai bahan mentah yang digunakan dalam pembuatan lempung teraktif asid). Namun demikian, penilaian secara komersial ke atas endapan lempung ini masih lagi bergantung kepada beberapa kajian percubaan terutamanya ujian pengaktifan asid dan ujian pelunturan minyak kelapa sawit mentah dengan menggunakan lempung teraktif yang dihasilkan daripada bentonit Lahad Datu.*

### **ABSTRACT**

*The commencement of production of activated clay by the local industry has created the demand for bentonite (montmorillonite) clay which is the basic raw material used in the manufacturing process. In the search for this material, field augering and sampling programme were undertaken in areas which collectively form the Segama Group near Lahad Datu, Sabah.*

*Several samples, representing the total variation in a bentonite clay deposit, have been investigated for their mineralogic and physico-chemical characteristics. The mineral is dominantly a Ca-montmorillonite clay, with quartz, feldspar and zeolite as the main impurities. Early investigations by chemical and physical properties tests showed that this material could be suitable as a bleaching clay (or as a raw material for used in the manufacture of acid activated clay). The commercial appraisal of this clay deposit still depends on many experimental studies such as trial acid activation and bleaching tests of activated products on crude palm oil.*

### **PENGENALAN**

Bentonit adalah sejenis lempung yang komposisi utamanya terdiri daripada mineral montmorillonit. Lempung jenis ini mempunyai pelbagai kegunaan di dalam beberapa bidang industri, seperti sebagai bahan peluntur minyak masak, bahan asas lumpur gerudi dan bermacam kegunaan lain (Grim & Guven, 1978).

Tanah peluntur (bleaching earths) adalah lempung pada keadaan semula jadi atau selepas pengaktifan kimia atau fizik mempunyai keupayaan untuk menyerap bahan berwarna daripada minyak. Lazimnya ia boleh dikelaskan kepada 'fuller's earths' dan bentonit (Highley, 1972). 'Fuller's earths' mewakili jenis lempung yang pada keadaan semula jadi mempunyai kebolehan untuk mengeluarkan bahan berwarna. Manakala bentonit yang pada keadaan semula jadi juga memiliki sifat tersebut tetapi biasanya agak rendah. Bentonit selalunya diaktifkan dengan asid untuk mempertingkatkan keupayaan penyerapannya, (Grim, 1962).

Kebelakangan ini permintaan ke atas bentonit yang telah diproses (diaktifkan) untuk digunakan sebagai bahan peluntur atau penjernih minyak sawit mentah agak menggalakkan lantaran begitu pesatnya aktiviti pemprosesan minyak sawit di Malaysia. Pengeluaran tempatan minyak sawit buat masa ini lebih kurang 5.0 juta tan setahun, dan berdasarkan ke atas penggunaan sebanyak 1-2% lempung teraktif (tanah peluntur) untuk setiap tan menapis minyak, maka keperluan tahunan dianggarkan berkisar antara 50,000 hingga 100,000 tan, yang harganya antara 60-120 juta ringgit. Pada masa ini terdapat beberapa kilang didirikan di Malaysia untuk memproses bahan mentah bentonit, tetapi malangnya bahan tersebut terpaksa diimport dari luar negeri. Jika sumber tempatan ini ditemui dan seterusnya dieksploitasikan, maka ianya tidak sahaja mengurangkan pengaliran modal keluar tetapi juga dapat menggunakan bahan tempatan dengan lebih bermakna dalam industri yang berasaskan sumber alam.

Dengan demikian, satu kajian awal mencari kewujudan lempung bentonit di Malaysia telah dijalankan oleh Jabatan Penyelidikan Kajibumi Malaysia pada tahun 1987. Kajian tersebut berhasil menemui beberapa kawasan di Sabah (terutama di sekitar Lahad Datu) yang dipercayai terdapat mendapan lempung bentonit, tetapi tidak diketahui potensinya dan kajian selanjutnya adalah disyorkan (Ang, Kamuradin dan Tungah, 1988). Maka kajian ini yang bermula sejak tahun 1989 adalah bertujuan untuk menilai komoditi mineral ini melalui ujikaji di makmal. Kajian yang dijalankan ini melibatkan dua tahap, iaitu (1) kajian mineralogi dan fiziko-kimia ke atas beberapa sampel yang diperolehi daripada kawasan Lahad Datu, dan (2) kajian penentuan sifat-sifat teknologi terutama untuk kegunaannya sebagai tanah peluntur.

#### **KAEDAH KAJIAN**

Di lapangan, kebanyakan sampel dikumpul melalui proses penggerimitan dan sebahagian kecil dengan cara pensampelan cekau pada permukaan singkapan batuan yang terdedah. Sampel-sampel tersebut seterusnya dibawa ke makmal untuk melalui proses persediaan sampel dan ujikaji selanjutnya. Cebisan sampel asal (bersaiz antara 1 hingga 5 cm) dikeringkan pada udara terbuka dan kemudian dilakukan perihalan (seperti warna dan ciri-ciri sampel), dihancur ke saiz kurang daripada 10mm, kemudian sekali lagi dikeringkan dan akhirnya dijalankan ayakan basah untuk mendapat sampel yang sesuai bagi kerja analisis atau ujikaji selanjutnya (lihat Radzuan dan Khairuddin, 1991).

Kajian mineralogi dibahagi kepada dua peringkat. Pecahan kasar ( $>53\ \mu\text{m}$ ) dicam menerusi mikroskop binokular dan mikroskop imbasan elektron. Manakala pengecaman dengan kaedah belauan sinar-x (XRD) dijalankan untuk pecahan saiz  $<53\ \mu\text{m}$  (menggunakan lekapan terorientasi dan tak terorientasi). Analisis kimia dijalankan dengan menggunakan alat x-ray fluorescence (XRF). Kaedah jerapan pewarna metilena biru dan kaedah piawai amonium asetat digunakan untuk mengukur nilai keupayaan pertukaran kation (CEC). Antara sifat-sifat fiziko-kimia yang dijalankan adalah seperti jerapan lembapan (MA), kehilangan pencucuhan (IL), kandungan lembapan (MC), had plastik (PL) serta had cecair (LL) dan pengukuran luas permukaan.

Kajian sifat-sifat teknologi yang dijalankan termasuklah proses pengaktifan lempung peluntur dengan asid dan ujian pelunturan dengan minyak sawit mentah.

## HASIL DAN PERBINCANGAN

### 1. Kajian Mineralogi

Beberapa sampel yang diambil daripada beberapa lokasi di sekitar Lahad datu (rujuk Rajah 1) didapati tergulung dalam kategori yang mengandungi montmorilonit sebagai mineral utama (berdasarkan surihan XRD). Komposisi mineral yang hadir daripada sampel-sampel tersebut ada dipersembahkan di Jadual 1.

Sampel-sampel tersebut (MLP 1 hingga MLP 7) mempunyai kandungan smektit yang agak ketara dan juga mempunyai sejumlah kecil feldspar (kemungkinan albit) dan zeolit (kemungkinan mordenit), dan kadang kala terdapat kaolinit, mika dan hornblend sebagai mineral surihan.

Pemeriksaan XRD ke atas lekapan serbuk bentonit boleh memberi petunjuk tentang kehadiran jenis spesis smektit (Brindley dan Brown, 1980). Kedudukan jarak tapak (060) boleh menunjukkan sama ada terdiri daripada smektit dioktahedron (1.49-1.50 Å) atau trioktahedron (1.52-1.54 Å). Penentuan jarak tapak (060) yang dijalankan pada sampel bentonit Lahad Datu menunjukkan puncaknya yang agak jelas pada 1.50 Å, yang bermakna bahawa smektit tersebut adalah berciri dioktahedron, iaitu dipercayai daripada spesis montmorilonit.

### 2. Sifat-sifat Fizik

#### a) Jerapan Lembapan (MA), Kehilangan Pencucuhan (IL) dan Kandungan Lembapan (MC).

Nilai jerapan lembapan (MA) adalah lebih kurang memberi kesesuaian dengan komposisi mineral yang dipersembahkan oleh XRD, sebagaimana dipamerkan di Jadual 2. Umumnya sampel-sampel yang mengandungi kandungan montmorilonit yang tinggi didapati mempamerkan nilai MA yang tinggi pula. Nilai MC dan IL kelihatan berbagai mengikut komposisi mineral pada bahan yang dikaji.

#### b) Had Plastik (PL) dan Had Cecair (LL).

Dalam kajian ini pengukuran PL dan LL dilakukan ke atas tiga sampel untuk mendapatkan maklumat tambahan tentang keadaan tabii dan kualiti bahan tersebut. Keputusan ujikaji (rujuk Jadual 3) menunjukkan had Atterberg boleh memberi petunjuk yang baik tentang ketulenan lempung, didapati nilainya akan tinggi untuk sampel yang mengandungi kadar montmorilonit yang tinggi. Ketiga-tiga sampel tersebut terletak berhampiran atau dalam lingkungan Ca-montmorilonit pada 'carta pencaman lempung' (rujuk Rajah 2) yang dicadangkan oleh Bain (1971).

#### c) Luas Permukaan

Pengukuran luas permukaan telah dijalankan ke atas tiga sampel dengan menggunakan alat 'Quantasorp area meter'. Keputusan yang diperolehi (Jadual 4) menunjukkan terdapatnya kaitan antara komposisi mineral dan luas permukaan. Lempung yang mempunyai kandungan montmorilonit yang tinggi mempamerkan nilai luas permukaan yang tinggi pula. Nilai luas permukaan untuk ketiga-tiga sampel yang diukur didapati berada dalam julat lempung montmorilonit, iaitu menurut Olphen dan Fripiat (1979) nilai bagi beberapa lempung bukan Na-montmorilonit didapati berada dalam lingkungan 48 hingga 97 m<sup>2</sup>/g.

### **3. Kajian Kimia**

#### **a) Analisis Kimia Unsur Major**

Analisis kimia telah dijalankan ke atas empat sampel dan keputusan daripada analisis tersebut dipaparkan di Jadual 5. Berdasarkan jadual tersebut, secara keseluruhannya didapati bahawa kandungan  $\text{SiO}_2$  dalam bentonit Lahad Datu adalah agak tinggi, kesemuanya melebihi 55% dan ada yang menghampiri 63%. Kadar kandungan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  pula secara keseluruhannya di bawah 20%. Jika dibandingkan dengan kadar  $\text{SiO}_2$  (55.4%) dan kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (20.1%) yang terkandung di dalam bentonit Wyoming, hal tersebut menunjukkan yang bentonit Lahad Datu mempunyai sifat daya penyerapan yang cukup tinggi, kerana adanya perbandingan kandungan  $\text{SiO}_2$  terhadap  $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang sangat besar. Namun demikian, didapati kadar  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dan  $\text{K}_2\text{O}$  dalam sampel Lahad Datu adalah agak tinggi jika dibandingkan dengan bentonit Wyoming. Kadar  $\text{K}_2\text{O}$  yang agak tinggi ini adalah mungkin disebabkan oleh kehadiran mineral-mineral seperti feldspar, mika dan zeolit dalam bentonit Lahad Datu.

#### **b) Keupayaan Pertukaran Kation (CEC)**

Dalam kajian ini nilai CEC diukur adalah untuk memberi maklumat tambahan tentang ketulen sampel lempung. Jika lempung adalah montmorillonit tulen, nilai CECnya berada dalam julat 70-130 milisetara/100gm. Nilai CEC juga dijangka dapat mengukur kecekapan lempung untuk bertukar dengan natrium, bagi menghasilkan keluaran Na-bentonit. Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahawa bentonit Lahad Datu ini mempunyai nilai muatan pertukaran kation yang rendah hingga tinggi, sebagaimana diperlihatkan pada Jadual 6.

### **4. Kajian Sifat Teknologi**

Kepentingan pengaktifan asid dilakukan pada dasarnya adalah untuk meningkatkan luas permukaan, keliangan dan keasidan lempung yang merupakan faktor yang mustahak dalam proses pelunturan minyak (Wiederman, 1981).

Dalam ujikaji pengaktifan asid ini, lempung dibuburkan dengan asid sulfurik pada beberapa ketika dan dipanaskan secara perlahan. Buburan tersebut kemudiannya dicuci, dikeringkan, dipanaskan dan dihancurkan kepada taburan saiz zarah yang dikehendaki.

## **KESIMPULAN**

Hasil pemeriksaan XRD ke atas beberapa sampel yang diperolehi daripada berbagai lokasi di kawasan Lahad Datu, Sabah menunjukkan kehadiran mendapan lempung bentonit. Bentonit yang wujud ini dipercayai daripada jenis Ca-montmorillonit. Disamping montmorillonit, mineral-mineral seperti kuarza, feldspar dan zeolit wujud sebagai bendasing utama dalam lempung tersebut. Ujian sifat-sifat fizik yang mudah, cepat dan murah, seperti jerapan lembapan, boleh memberi petunjuk yang baik untuk mengelas kualiti lempung.

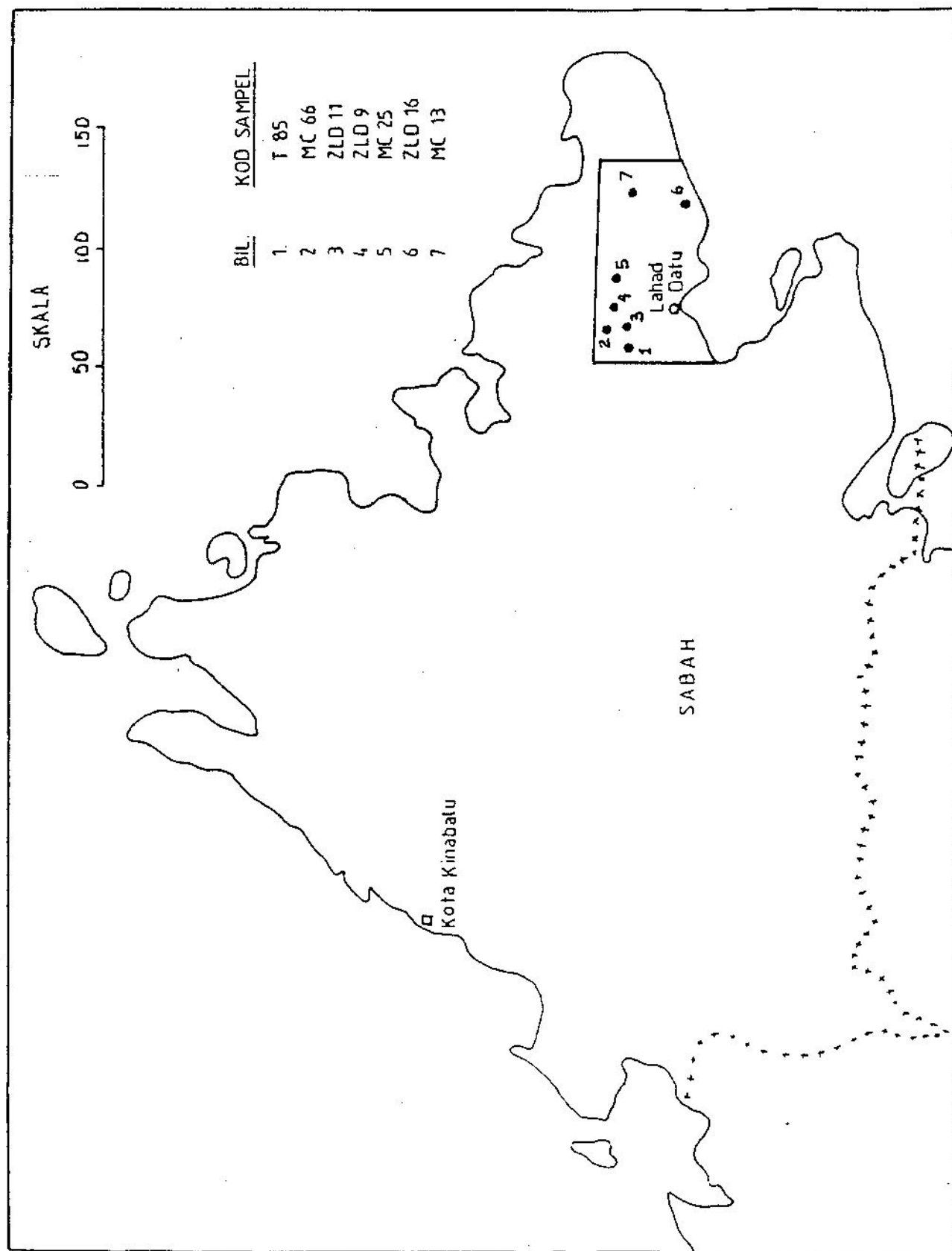
Hasil daripada ujian sifat-sifat fizik dan kimia ke atas beberapa sampel terpilih menunjukkan bahawa ada kemungkinan bentonit Lahad Datu ini sesuai digunakan sebagai lempung peluntur. Namun begitu, hasil daripada kajian sifat teknologi diperlukan untuk mengesahkan perkara ini.

## **PENGHARGAAN**

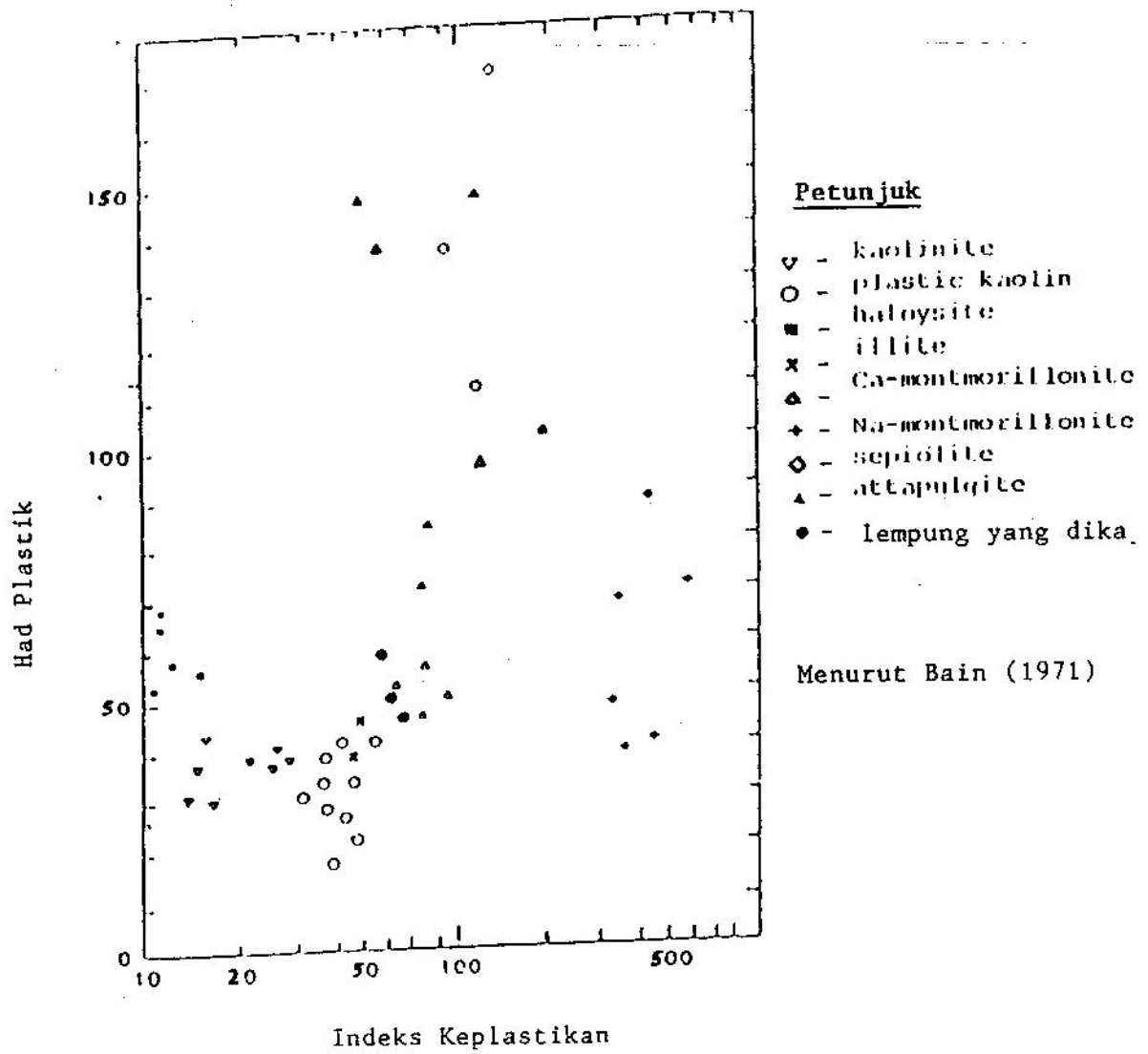
Projek penyelidikan ini dapat dilakukan dengan bantuan grant penyelidikan IRPA dan UPP, UTM. Penghargaan kerana turut menjayakan projek ini ditujukan kepada pembantu penyelidik Cik Halimah Abas dan Encik Nizar yang banyak menjalankan analisis makmal, dan kepada Encik Hidir Arifin, Encik Arshad Abu Hassan dan Encik Shawaludin Md. Jati yang bertungkus lumus menjayakan pensampelan lapangan.

## **RUJUKAN**

- Ang, N.K., Kamuradin Md.Siar dan Tungah Surat, 1988. Report on Investigation of Bentonite (Montmorillonite) Resources in Sabah, East Malaysia. Geological Survey of Malaysia.
- Bain, J.A., 1971. A Plasticity Chart As an Aid to the Identification and Assessment of Industrial Clays. Clay Minerals.
- Brindley, G.H. dan Brown, G., 1980. Crystal Structures of Clay Minerals and their X-ray Identification. Mineralogical Society, London.
- Grim, R.E., 1962. Applied Clay Mineralogy. McGraw-Hill, New York.
- Grim, R.E. dan Guven, N., 1978. Bentonite. Geology, Mineralogy, Properties and Uses: Developments in Sedimentology. Elsevier Scientific Publishing Company, New York.
- Highley, D.E., 1972. Fuller's Earth (Mineral Dossier No.5). Mineral Resources Consultative Committee, London.
- Olphen, H. dan Fripiat, J.J. (eds.), 1979. Data Handbook for Clay Materials and other Non-metallic Minerals. Pergamon Press, Oxford. hlm. 346.
- Radzuan Junin dan Khairuddin Abd. Karim, 1991. Sifat-sifat Mineralogi dan Fiziko-kimia Ke atas Lempung Bentonit Tempatan. Seminar Penilaian Projek IRPA, UTM, Kuala Lumpur.
- Wiederman, L.H., 1981. JAOCS 58.hlm. 159.



Rajah 1. Taburan lokasi sampel yang menunjukkan montmorilonit sebagai mineral dominan.



Rajah 2 : Had paistik melawan indeks keplastikan



**Jadual 1. Komposisi mineralogi secara semi-kuantitatif sampel-sampel lempung menggunakan XRD.**

Sampel	Kod Min.	Smektit (mont.)	Kuarza	Feldspar	Zeolit	lain- lain
MC 25	MLP 1	****	**	tr	nd	tr m
MC 66	MLP 2	***	**	*	*	tr m, hb
T 85	MLP 3	****	**	*	nd	tr m
ZLD 9	MLP 4	***	**	*	*	tr m
ZLD 11	MLP 5	****	*	*	*	tr m, k
ZLD 13	MLP 6	***	**	*	*	tr m, k, ch
ZLD 16	MLP 7	***	**	nd	nd	* k

**Petunjuk:**

****	- dominan	ch	- klorit
***	- major	m	- mika
**	- ketara	k	- kaolinit
*	- minor	hb	- hornblend
tr	- surih		
nd	- tiada dikesan		



**Jadual 2. Nilai Jerapan Lembapan (MA), Kehilangan Pencucuhan (IL) dan Kandungan Lembapan (MC).**

Kod Mineral	MA	MC	IL
MLP 1	16.89	7.14	10.43
MLP 2	17.20	7.95	9.39
MLP 3	11.85	4.72	12.89
MLP 4	14.36	6.08	7.97
MLP 5	17.69	5.66	10.92
MLP 6	15.08	9.67	9.98
MLP 7	12.58	4.68	11.72

**Jadual 3. Had Plastik (PL), Had Cecair (LL) dan Indeks Keplastikan (PI).**

Kod Mineral	LL	PL	PI
MLP 1	114.2	58.8	55.4
MLP 2	112.7	45.3	67.4
MLP 5	111.0	49.7	61.3

**Jadual 4. Pengukuran Luas Permukaan**

Kod Mineral	Luas Permukaan (m <sup>2</sup> /gm)
MLP 2	50.2
MLP 3	77.7
MLP 4	70.6

**Jadual 5. Analisis Kimia Dengan Menggunakan Kaedah XRF**

	MLP 2	MLP 3	MLP 5	MLP 6	Wyoming USA
SiO <sub>2</sub>	59.14	62.69	60.54	60.13	55.40
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.70	14.86	16.81	15.24	20.10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.39	5.57	8.51	8.18	3.70
MgO	1.46	1.34	1.27	1.77	2.49
CaO	1.37	1.38	1.50	1.34	0.49
Na <sub>2</sub> O	-	-	-	-	2.76
K <sub>2</sub> O	2.55	2.17	1.25	3.01	0.60
MnO	0.22	0.06	0.03	0.19	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.11	0.11	0.11	0.12	-
LOI	9.39	12.89	10.92	9.98	13.50
JUMLAH	101.3	101.1	100,9	99.9	99.0

Jadual 6. Data Keupayaan Pertukaran Kation (CEC).

Kod Mineral	CEC (meq/100 gm)
MLP 1	124.3
MLP 2	35.0
MLP 3	47.4
MLP 4	53.8
MLP 5	148.0